

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **2001015145 A**

(43) Date of publication of application: **19.01.01**

(51) Int. Cl. **H01M 8/24**  
**H01M 4/86**  
**H01M 8/10**  
**// H01M 8/04**

(21) Application number: **11180805**

(22) Date of filing: **25.06.99**

(71) Applicant: **SANYO ELECTRIC CO LTD**

(72) Inventor: **SUZUKI SHUICHI**  
**ISONO TAKAHIRO**  
**MIYAKE YASUO**

(54) **SOLID POLYELECTROLYTE FUEL CELL**

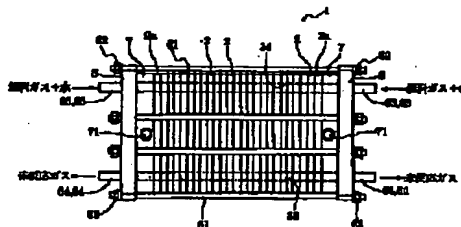
(57) Abstract

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To eliminate insufficient humidification caused by temperature distribution generated in a battery module by forming a continuous channel of a cooling medium for cooling unit cells through inside of a fuel cell module and setting the water repellency of fuel electrodes of unit cells positioned closest to the channel entrance lower than the other unit cells.

**SOLUTION:** Fuel gas fed from a fuel gas feed pipe 63 and humidifying water flow in a gas fed channel formed of feed-side through-holes 34, flow from the feed-side through-holes 34 of respective unit cells 2 into a collecting channel, and distributed into a plurality of branch channels, flow into a plurality of grooves formed in the respective unit cells 2, and are fed for electrode reaction and humidification in the respective unit cells 2. In this case, entrances of the channel for humidifying water (cooling water) formed by the feed-side through holes 34 of a plurality of the unit cells 2,

namely unit cells 2a, 2a positioned in both ends of a fuel cell module 1 have the water repellency set lower than the other unit cells 2.

COPYRIGHT: (C)2001,JPO



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19)日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-15145

(P2001-15145A)

(43)公開日 平成13年1月19日(2001.1.19)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-マコード(参考)
H 0 1 M	8/24	H 0 1 M	8/24
	4/86		4/86
	8/10		8/10
// H 0 1 M	8/04		8/04
			K

審査請求 未請求 請求項の数9 O L (全 12 頁)

(21)出願番号 特願平11-180805

(22)出願日 平成11年6月25日(1999.6.25)

(71)出願人 000001889

三洋電機株式会社

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号

(72)発明者 鈴木 修一

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三

洋電機株式会社内

(72)発明者 磯野 隆博

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三

洋電機株式会社内

(74)代理人 100100114

弁理士 西岡 伸泰

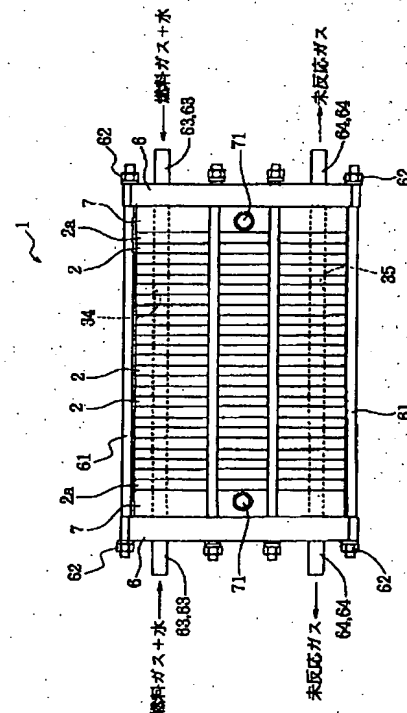
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 固体高分子電解質型燃料電池

(57)【要約】

【課題】 複数の単位セル2を積層して一体の燃料電池モジュール1が構成され、各単位セル2には、加湿用の水及び燃料ガスを供給すると共に、酸化剤ガスを供給して、各単位セル2が発生する電力を外部へ取り出すことが可能な固体高分子電解質型燃料電池において、発熱抵抗体などの特別な装置を装備することなく、電池モジュール1に発生する温度分布に起因する加湿不足の問題を解消する。

【解決手段】 本発明に係る燃料電池モジュール1においては、冷却用の水の流路の入口に最も近い少なくとも1つの単位セル2aが、燃料極の撥水性において他の単位セル2よりも低く設定されている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数の単位セル(2)を積層して一体の燃料電池モジュール(1)が構成され、各単位セル(2)は、燃料極(24)と酸化剤極(23)の間に固体高分子電解質膜(22)を介在させて構成され、燃料極(24)には、燃料ガスを供給すると共に、酸化剤極(23)には酸化剤ガスを供給して、各単位セル(2)が発生する電力を外部へ取り出すことが可能な固体高分子電解質型燃料電池において、燃料電池モジュール(1)の内部には、単位セル(2)を冷却するための冷却媒体の流路が貫通して形成されており、該流路の入口に最も近い少なくとも1つの単位セル(2a)は、燃料極(24)の撥水性において他の単位セル(2)よりも低く設定されていることを特徴とする固体高分子電解質型燃料電池。

【請求項2】 燃料極(24)には、固体高分子電解質膜(22)と接触する領域に触媒層が形成されると共に、その反対側の領域にガス拡散層が形成され、前記少なくとも1つの単位セル(2a)は、燃料極(24)のガス拡散層の撥水性において他の単位セル(2)よりも低く設定されている請求項1に記載の固体高分子電解質型燃料電池。

【請求項3】 前記少なくとも1つの単位セル(2a)は、燃料極(24)のガス拡散層に対するフッ素樹脂の添加量において他の単位セル(2)よりも少なく形成されている請求項2に記載の固体高分子電解質型燃料電池。

【請求項4】 前記少なくとも1つの単位セル(2a)を構成する燃料極(24)のガス拡散層に対するフッ素樹脂の添加量は、他の単位セル(2)の同添加量に対して、0.8以下の重量比率である請求項3に記載の固体高分子電解質型燃料電池。

【請求項5】 前記少なくとも1つの単位セル(2a)を構成する燃料極(24)のガス拡散層に対するフッ素樹脂の添加量は、5重量部以上である請求項3又は請求項4に記載の固体高分子電解質型燃料電池。

【請求項6】 燃料極(24)には、固体高分子電解質膜(22)と接触する領域に触媒層が形成されると共に、その反対側の領域にガス拡散層が形成され、前記少なくとも1つの単位セル(2a)は、燃料極(24)の触媒層の撥水性において他の単位セル(2)よりも低く設定されている請求項1に記載の固体高分子電解質型燃料電池。

【請求項7】 前記少なくとも1つの単位セル(2a)は、燃料極(24)の触媒層に対するフッ素樹脂の添加量において他の単位セル(2)よりも少なく形成されている請求項6に記載の固体高分子電解質型燃料電池。

【請求項8】 前記少なくとも1つの単位セル(2a)を構成する燃料極(24)の触媒層に対するフッ素樹脂の添加量は、他の単位セル(2)の同添加量に対して、0.8以下の重量比率である請求項7に記載の固体高分子電解質型燃料電池。

【請求項9】 前記少なくとも1つの単位セル(2a)を構成する燃料極(24)の触媒層に対するフッ素樹脂の添加

量は、2重量部以上である請求項7又は請求項8に記載の固体高分子電解質型燃料電池。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、燃料極と酸化剤極の間に固体高分子電解質膜を介在させ、燃料極には燃料ガスを供給すると共に、酸化剤極には酸化剤ガスを供給して、電力を発生させる固体高分子電解質型燃料電池に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 近年、エネルギー変換効率が高く、然も発電反応によって有害物質を発生しない燃料電池が注目されており、かかる燃料電池の1つとして、100℃以下の低い温度で作動する固体高分子電解質型燃料電池が知られている。

【0003】 図16は、固体高分子電解質型燃料電池の発電原理を表わしたものであって、イオン導電性の固体高分子電解質膜(54)の両側に燃料極(55)と酸化剤極(56)を配置すると共に、更にその両側に燃料室(57)と酸化剤室(58)を配置して、セル(50)が形成され、燃料極(55)と酸化剤極(56)は、外部回路(59)を介して互いに接続されている。

【0004】 燃料極(55)においては、燃料室(57)に供給された燃料ガスに含まれる水素 $H_2$ が水素イオン $H^+$ と電子 $e^-$ に分解され、水素イオン $H^+$ は、固体高分子電解質膜(54)の内部を該膜(54)中の水分子と水和した形で酸化剤極(56)に向かって移動する一方、電子 $e^-$ は外部回路(59)を酸化剤極(56)に向かって流れる。又、酸化剤極(56)では、酸化剤室(58)に供給された酸化剤ガスに含まれる酸素 $O_2$ が、燃料極(55)から供給された水素イオン $H^+$ 及び電子 $e^-$ と反応して、水 $H_2O$ が生成される。この様にして、電池全体として、水素と酸素から水が生成されると共に、起電力が発生するのである。

【0005】 1つのセル(50)の起電力は低いため、複数のセル(50)を互いに直列に接続して固体高分子電解質型燃料電池が構成される。例えば図13に示す固体高分子電解質型燃料電池(5)は、複数の平板型の単位セル(50)を積層して一体の電池モジュールを構成したものであって、これらの単位セル(50)に、水素ガス等の燃料ガスを供給すると共に、空気等の酸化剤ガスを供給して、直列接続された複数の単位セル(50)が発生する電力を外部へ取り出すことが可能となっている。

【0006】 該固体高分子電解質型燃料電池(5)において、各単位セル(50)には、鉛直方向に伸びる複数の燃料ガス供給溝(図示省略)と、水平方向に伸びる複数本の酸化剤ガス供給溝(53)とが開設されている。又、一方の端部に配置された単位セル(50)には、燃料ガス入口孔(51a)が形成されると共に、他方の端部に配置された単位セル(50)には、燃料ガス出口孔(52a)が形成され、これら両端部の単位セルを除く他の複数の単位セル(50)にはそ

れぞれ、燃料ガス供給用貫通孔(51)と燃料ガス排出用貫通孔(52)が開設されている。そして、複数の単位セル(50)が互いに重ね合わされることによって、燃料ガス入口孔(51a)と複数の燃料ガス供給用貫通孔(51)とが互いに連通して、1本の燃料ガス供給路が形成されると共に、複数の燃料ガス排出用貫通孔(52)と燃料ガス出口孔(52a)とが互いに連通して、1本の燃料ガス排出路が形成される。

【0007】又、固体高分子電解質型燃料電池(5)は、上記複数の酸化剤ガス供給溝(53)が露出した側面を覆って、これらの酸化剤ガス供給溝(53)へ酸化剤ガスを供給するための酸化剤ガス供給マニホールド(6)を具えている。酸化剤ガス供給マニホールド(6)は、例えば下方に向けて開口すると共に前記側面に向けて開口しており、下方の開口から採り入れられた空気を複数の酸化剤ガス供給溝(53)へ送り込むようになっている。

【0008】上記固体高分子電解質型燃料電池(5)において、燃料ガスは、図中に実線の矢印で示す如く燃料ガス入口孔(51a)へ供給され、前記燃料ガス供給路を経て、各単位セル(50)に形成された複数の燃料ガス供給溝へ分配され、各燃料ガス供給溝を下向きに流れる過程で発電反応に供される。一方、酸化剤ガスは、図中に破線の矢印で示す如く、酸化剤ガス供給マニホールド(6)の下方の開口から取り入れられ、側方の開口を経て酸化剤ガス供給溝(53)へ送り込まれ、各酸化剤ガス供給溝(53)を流れる過程で発電反応に供される。

【0009】図14及び図15は、複数枚の板状部材の積層体によって構成される単位セル(10)の具体的構造を表わしている。固体高分子電解質膜(11)の一方の表面を覆って、酸化剤極(12)を配置すると共に、該酸化剤極(12)の表面を覆って、複数本の酸化剤ガス供給溝(19)が凹設された酸化剤極側導電性プレート(14)を配置し、更に酸化剤極側導電性プレート(14)の外側に導電性のガスセパレータ(16)を配置している。又、固体高分子電解質膜(11)の他方の表面を覆って、燃料極(13)を配置すると共に、該燃料極(13)の表面を覆って、複数本の燃料ガス供給溝(18)が凹設された燃料極側導電性プレート(17)を配置している。

【0010】上記単位セル(10)においては、酸化剤極側導電性プレート(14)の酸化剤ガス供給溝(19)に酸化剤ガス(33)が送り込まれると共に、燃料極側導電性プレート(17)の燃料ガス供給溝(18)へ燃料ガス(31)が送り込まれる。これによって、燃料極(13)においては、燃料ガス供給溝(18)を流れる燃料ガス(31)に含まれる水素が水素イオンと電子に分解されて、水素イオンは固体高分子電解質膜(11)の内部を水素イオンの形で酸化剤極(12)に向かって移動する。一方、酸化剤極(12)においては、酸化剤ガス供給溝(19)を流れる酸化剤ガス(33)に含まれる酸素が、燃料極(13)から供給された水素イオン及び電子と反応して水が生成される。

【0011】ところで、固体高分子電解質型燃料電池に採用される代表的な固体高分子電解質膜は、パーフルオロカーボンスルホン酸などのカチオン交換膜であるが、水素イオンを透過させるためには固体高分子電解質膜を湿潤させるための水分と、移動水と呼ばれる水素イオンに水和するための水分が必要である。

【0012】固体高分子電解質膜の湿潤に必要な水分は、電極反応によって生じる水分(生成水)だけでは不足する傾向にあるので、不足分は外部からの供給によって賄われている。最もよく行なわれている方法は、燃料ガスである水素を加湿する方法であり、供給された水分は燃料極のガス拡散層を透過して触媒層や固体高分子電解質膜の表面に輸送される。

【0013】ガス拡散層として最も一般的に用いられるのはカーボンペーパーに代表される炭素製の導電性多孔体である。導電性多孔体の気孔径はおよそ数〜数十ミクロンであるので、水は液体の状態よりも水蒸気の状態の方が高い透過性を発揮する。従って、水の形態としては蒸気が最も望ましい。但し、カーボンペーパーの気孔に水詰まりが起きないように、フッ素樹脂などで撥水処理を施す必要がある。フッ素樹脂は、少量を添加するだけでも撥水性を発現するが、燃料電池の運転中は撥水性が低下する傾向にあるので、耐久性の観点からは、出来るだけ多くの量のフッ素樹脂を添加することが有利である。

【0014】又、固体高分子電解質型燃料電池は、その温度を最適な運転温度範囲である130℃以下に維持する必要があるが、発電に伴って単位セルが発熱するため、電池モジュールに冷却用の水を供給することによって、単位セルを最適運転温度範囲に保つことが行なわれている。燃料電池に水分を供給する方式は外部加湿方式と内部加湿方式に分類される。外部加湿方式では、固体高分子電解質膜の湿潤に必要な水分は、セルの外部で気化されて、水蒸気としてセル内に供給される。又、電池温度を制御するための冷却水は加湿水とは別に、燃料電池モジュールに液体の状態で供給される。例えば、電池モジュールの複数箇所に冷却プレートを介在せしめ、該冷却プレートに冷却水を供給することによって、単位セルの温度を制御している。これに対し、内部加湿方式では、固体高分子電解質膜の湿潤及び電極反応に必要な水分(加湿水)は、モジュールの内部に液体の状態で供給されて、その一部がモジュールの熱によって気化され、水蒸気となってガスの加湿に供される。又、モジュールの内部に供給された水は、電池温度を制御するための冷却水としても利用されることになる。即ち、内部加湿方式において、加湿水は、ガスの加湿と電池の冷却の2つの役割を果たすことになる。

【0015】内部加湿方式の燃料電池では、加湿水を液体のままセル内に供給するため、セル外に加湿水を加熱するための装置を設置する必要がなく、安価でコンパクトなシステムを構成することが出来る。また、加湿水は

循環させて用いるのが主流であって、モジュールを通過して排出された加湿水は蒸気を多量に含むが、モジュール外で冷却されて液体に戻り、液体ポンプによって再びモジュールに供給される。

【0016】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、燃料電池においては、加湿方式の如何に関わらず、電池モジュールに供給された冷却用の水が電池モジュールの内部を通過する過程で熱交換によって徐々に温度上昇するため、例えば電池モジュールの両端部に冷却用の水の入口を設けた燃料電池においては、該入口近傍のセル、即ち、セル積層方向の両端部に位置するセルが最も低い温度となり、中央部のセルが最も高い温度となって、図9に示す如き温度分布が生じることになる。特に、内部加湿方式の燃料電池では、セル内にて加湿水の一部が気化するので、積層方向の端部に位置するセルが奪われる熱量は外部加湿方式の場合よりも大きく、温度分布が生じ易い。又、外部加湿方式の燃料電池においては、冷却プレートに隣接する単位セルが最も温度が低く、冷却プレートから遠い単位セルは温度が高くなる。

【0017】このような温度分布が生じた電池モジュールにおいては、温度の低下したセルにて、水蒸気分圧が低下して水蒸気量が少なくなるため、加湿が不十分となって、性能低下を引き起こす。モジュール内の一部のセルに性能低下が起きると、この影響が他のセルにも及んで、モジュール全体の電圧低下を引き起こす。例えば燃料電池モジュールを定格電力(電圧と電流の積が一定)で動作させている状態で、一部のセルで電圧低下が発生すると、この電圧低下を補うべく電流の増加が発生して、その結果、モジュール全体の劣化を早めることとなる。

【0018】このような問題を解決するために、温度が最も低くなるモジュールの両端部に発熱抵抗体を取り付け、或いはモジュールの両端部に配備される集電板を発熱抵抗体とすることによって、モジュール両端部の温度低下を抑制した燃料電池が提案されている(特開平8-167424号)。ところが、発熱抵抗体の装備によって装置構成が複雑となるばかりでなく、電池の出力電流が少ないとき等、使用状況によっては十分な発熱量が得られず、十分な温度分布軽減効果が得られない問題があった。

【0019】そこで本発明の目的は、発熱抵抗体などの特別な装置を装備することなく、電池モジュールに発生する温度分布に起因する加湿不足の問題を解消することが出来る、簡易な構成の固体高分子電解質型燃料電池を提供することである。

【0020】

【課題を解決する為の手段】本発明に係る固体高分子電解質型燃料電池においては、複数の単位セル(2)を積層して一体の燃料電池モジュール(1)が構成され、燃料電池モジュール(1)の内部には、単位セル(2)を冷却する

ための冷却媒体の流路が貫通して形成されており、該流路の入口に最も近い少なくとも1つの単位セル(2a)は、燃料極(24)の撥水性において他の単位セル(2)よりも低く設定されている。尚、内部加湿方式の燃料電池においては、加湿水が冷却媒体となるので、加湿水の供給路の入口に最も近い単位セル(2a)の撥水性が他の単位セル(2)よりも低く設定される。又、冷却プレート等により冷却媒体(冷却水)の流路を形成して単位セルの冷却を行なう外部加湿方式の燃料電池においては、冷却プレート等の冷却媒体の流路の入口に最も近い単位セル(2a)の撥水性が他の単位セル(2)よりも低く設定される。

【0021】上記本発明の固体高分子電解質型燃料電池においては、冷却媒体の入口に最も近い単位セル(2a)、例えばモジュールの端部に配置されている単位セル(2a)にて温度が最も低くなって、発生する水蒸気の量が少なくなるが、該単位セル(2a)を構成している燃料極(24)の撥水性が他の単位セル(2)よりも低く設定されているので、該単位セル(2a)で発生した水蒸気は、激しくはじかれることなく、燃料極(24)内をスムーズに移動する。この結果、該単位セル(2a)においても十分な加湿が行なわれる。尚、該単位セル(2a)では発生する水蒸気の量が少ないので、燃料極(24)の撥水性を低下させたとしても、ガス拡散層の気孔に水詰まりが生じる虞れはない。

【0022】具体的構成において、前記少なくとも1つの単位セル(2a)は、燃料極(24)のガス拡散層の撥水性において他の単位セル(2)よりも低く設定されている。これによって、該単位セル(2a)では、発生した水蒸気がガス拡散層内を容易に移動して、触媒層に供給されることになる。

【0023】具体的には、前記少なくとも1つの単位セル(2a)は、燃料極(24)のガス拡散層に対するフッ素樹脂の添加量において他の単位セル(2)よりも少なく形成されている。これによって、前記少なくとも1つの単位セル(2a)を構成する燃料極(24)のガス拡散層の撥水性を、他の単位セル(2)の同撥水性よりも低く設定することが出来る。尚、フッ素樹脂としては、ポリテトラフルオロエチレン、テトラフルオロエチレンヘキサフルオロプロピレン共重合体、テトラフルオロエチレンエチレン重合体、テトラフルオロエチレンヘキサフルオロアルキルビニルエーテル共重合体、若しくは、これらの混合物を採用することが出来る。

【0024】更に具体的には、前記少なくとも1つの単位セル(2a)を構成する燃料極(24)のガス拡散層に対するフッ素樹脂の添加量は、他の単位セル(2)の同添加量に対して、0.8以下の重量比率に設定される。これによって、該単位セル(2a)を構成する燃料極(24)のガス拡散層内における水蒸気の移動が十分にスムーズとなつて、高い加湿効果が得られる。

【0025】又、前記少なくとも1つの単位セル(2a)

を構成する燃料極(24)のガス拡散層に対するフッ素樹脂の添加量は、5重量部以上に設定される。これによって、該単位セル(2a)を構成する燃料極(24)のガス拡散層の撥水性を必要最低限に維持して、ガス拡散層の気孔の水詰まりを防止することが出来る。

【0026】他の具体的構成においては、前記少なくとも1つの単位セル(2a)は、燃料極(24)の触媒層の撥水性において他の単位セル(2)よりも低く設定されている。これによって、該単位セル(2a)では、発生した水蒸気が触媒層内を容易に移動して、固体高分子電解質膜に供給されることになる。

【0027】具体的には、前記少なくとも1つの単位セル(2a)は、燃料極(24)の触媒層に対するフッ素樹脂の添加量において他の単位セル(2)よりも少なく形成されている。これによって、前記少なくとも1つの単位セル(2a)を構成する燃料極(24)の触媒層の撥水性を、他の単位セル(2)の同撥水性よりも低く設定することが出来る。尚、フッ素樹脂としては、ポリテトラフルオロエチレン、テトラフルオロエチレンヘキサフルオロプロピレン共重合体、テトラフルオロエチレンエチレン重合体、テトラフルオロエチレンヘキサフルオロアルキルビニルエーテル共重合体、若しくは、これらの混合物を採用することが出来る。

【0028】更に具体的には、前記少なくとも1つの単位セル(2a)を構成する燃料極(24)の触媒層に対するフッ素樹脂の添加量は、他の単位セル(2)の同添加量に対して、0.8以下の重量比率に設定される。これによって、該単位セル(2a)を構成する燃料極(24)の触媒層内における水蒸気の移動が十分にスムーズとなって、高い加湿効果が得られる。

【0029】又、前記少なくとも1つの単位セル(2a)を構成する燃料極(24)の触媒層に対するフッ素樹脂の添加量は、2重量部以上に設定される。これによって、該単位セル(2a)を構成する燃料極(24)の触媒層の撥水性を必要最低限に維持して、触媒層に水が滞留することを防止することが出来る。従って、ガスの流れが阻害されることはない。

【0030】尚、本発明は、特に内部加湿方式の燃料電池において高い効果が得られる。又、単位セル(2)を構成する固体高分子電解質膜(22)が、パーフルオロカーボンスルホン酸系、ポリスチレンジビニルベンゼンスルホン酸系、フェノールホルムアルデヒド系の何れかの高分子膜によって形成されている場合、該高分子膜がイオン電導性を示すためには十分な湿潤が必要であるので、本発明が有効である。

【0031】

【発明の効果】本発明に係る固体高分子電解質型燃料電池によれば、発熱抵抗体などの特別な装置を装備することなく、単位セルの撥水性を調整するだけの簡易な構成で、モジュール全体に亘って十分な加湿を行なうことが

出来る。

【0032】

【発明の実施の形態】以下、本発明を、内部加湿式の固体高分子電解質型燃料電池に実施した形態につき、図面に沿って具体的に説明する。本発明に係る固体高分子電解質型燃料電池は、図1に示す如く、複数の単位セル(2)を積層して、該積層体を一対の集電プレート(7)(7)によって両側から挟持し、更にその両側に締結板(6)(6)を配置して、両締結板(6)(6)を複数本の締結ボルト(61)と締結ナット(62)によって締め付けることにより、一体の燃料電池モジュール(1)を構成している。

【0033】各締結板(6)には、上端部に、燃料ガス(水素ガス)と加湿水を各単位セル(2)へ供給するための2本の燃料ガス供給管(63)(63)が連結されると共に、下端部には、各単位セル(2)を通過した未反応ガスを排出するための2本の未反応ガス排出管(64)(64)が連結されている。又、一対の集電プレート(7)(7)には、燃料電池モジュール(1)の発生電力を外部に取り出すための一対の電極端子(71)(71)が突設されている。尚、図1に示す燃料電池モジュール(1)の背面側には、酸化剤ガスである空気を供給するためのマニホールド(図示省略)が配備されている。

【0034】各単位セル(2)は、図2に示す如く、セルユニット(21)を導電性プレート(3)(3)によって両側から挟持した構造を有しており、両導電性プレート(3)(3)の間には絶縁シート(25)が介在して、両導電性プレート(3)(3)の間の電氣的絶縁とガスシールを施している。

【0035】導電性プレート(3)は、炭素や金属などの導電性材料から形成され、図2並びに図4～図7に示す様に、上端部には、前記燃料ガス供給管(63)(63)に繋がる左右一対の供給側貫通孔(34)(34)が開設されると共に、下端部には、前記未反応ガス排出管(64)(64)に繋がる左右一対の排出側貫通孔(35)(35)が開設されている。左右一対の供給側貫通孔(34)(34)は、導電性プレート(3)内を水平に伸びる集合流路(36)を介して互いに連結され、左右一対の排出側貫通孔(35)(35)は、導電性プレート(3)内を水平に伸びる集合流路(37)を介して互いに連結されている。

【0036】又、導電性プレート(3)には、セルユニット(21)の燃料極(24)との対向面に、燃料極(24)に係合する凹部(31)が形成されると共に、該凹部(31)の底部には、燃料ガス(水素ガス)を垂直方向に流すための複数本の溝(32)が、互いに平行に凹設されており、各溝(32)の両端はそれぞれ、導電性プレート(3)内を上下に伸びる分岐流路(38)(39)に繋がっており、これらの分岐流路(38)(39)は、前記集合流路(36)(37)に繋がっている。

【0037】一方、セルユニット(21)の酸化剤極(23)との対向面には、酸化剤極(23)に係合する凹部(41)が形成されると共に、該凹部(41)の底部には、酸化剤ガス(空

気)を水平方向に流すための複数本の溝(42)が、互いに平行に凹設されており、各溝(42)の両端はそれぞれ、導電性プレート(3)内を左右に伸びる流路(43)(43)に繋がっており、これらの流路(43)は導電性プレート(3)の両端面にて開口している。更に、導電性プレート(3)の両面には、それぞれ凹部(31)(41)を包囲して、リング(28)を嵌めるための溝(33)(40)が凹設されている。

【0038】セルユニット(21)は、図3に示す如く、固体高分子電解質膜(22)の両面に酸化剤極(23)と燃料極(24)を配備して構成される。ここで、固体高分子電解質膜(22)は、酸化剤極(23)及び燃料極(24)よりも大きな外形寸法に形成されている。酸化剤極(23)及び燃料極(24)はそれぞれ、電極基材上に電極触媒作用を有する触媒層を形成して構成されている。電極基材は、一般に、カーボンペーパー等の導電性多孔質材にフッ素樹脂等の撥水性物質を添加して作製されるものであって、ガス拡散層としての機能を発揮して、燃料ガスや、酸化剤ガス及び水蒸気の供給・排出を行なうと同時に、集電の機能をも発揮する。触媒層は、一般に、白金微粒子を含む触媒とフッ素樹脂等の撥水性物質とを混合し、これに溶媒を混合して、ペースト状或いはインク状とした後、これを固体高分子電解質膜と対向すべき電極基材の片面に塗布して形成される。

【0039】絶縁シート(25)は、フッ素樹脂、ゴム等の絶縁性材料から形成され、前記導電性プレート(3)と略同一の外形寸法を有すると共に、セルユニット(21)の固体高分子電解質膜(22)が嵌まり込む開口部(26)を有している。又、絶縁シート(25)の上端部及び下端部には、前記導電性プレート(3)の供給側貫通孔(34)(34)及び排出側貫通孔(35)(35)に合致する4つの貫通孔(27)～(27)が開設されている。

【0040】集電プレート(7)は、炭素、金属などの導電性材料から形成され、図8に示す如く、上端部及び下端部には、前記導電性プレート(3)の供給側貫通孔(34)(34)及び排出側貫通孔(35)(35)に合致する4つの貫通孔(72)～(72)が開設されている。又、集電プレート(7)の端面に、前記一対の電極端子(71)(71)が突設されている。

【0041】従って、図2に示す如く、2枚の導電性プレート(3)(3)の間にセルユニット(21)及び絶縁シート(25)を挟み込むことによって、セルユニット(21)の酸化剤極(23)が左側の導電性プレート(3)の凹部(41)に係合すると共に、セルユニット(21)の燃料極(24)が右側の導電性プレート(3)の凹部(31)に係合し、更に、固体高分子電解質膜(22)の周辺部が、リング(28)(28)を介して、左右の導電性プレート(3)(3)の周辺部によって両側から挟持されることになる。又、左右の導電性プレート(3)(3)の接合部に絶縁シート(25)が介在することになる。この結果、右側の導電性プレート(3)の溝(32)を流れる燃料ガスと、左側の導電性プレート(3)の溝(42)

を流れる酸化剤ガスとのシールが施されると同時に、左右の導電性プレート(3)(3)間の電氣的絶縁が施される。斯くして、セルユニット(21)、絶縁シート(25)及び導電性プレート(3)の組み合わせから、1つの単位セル(2)が構成される。

【0042】図1の如く複数の単位セル(2)を積層し、その両側に集電プレート(7)(7)を配置し、更にその両側に締結板(6)(6)を配置して、両締結板(6)(6)を複数本の締結ボルト(61)と締結ナット(62)によって締め付けることにより、一体の燃料電池モジュール(1)を組み立てる。この様にして組み立てられた燃料電池モジュール(1)においては、複数の燃料電池モジュール(1)の供給側貫通孔(34)が互いに連結されて、燃料ガス供給管(63)(63)と繋がる1本のガス供給路が形成されると共に、複数の燃料電池モジュール(1)の排出側貫通孔(35)が互いに連結されて、未反応ガス排出管(64)(64)と繋がる1本のガス排出路が形成される。

【0043】従って、燃料ガス供給管(63)(63)から燃料ガス及び加湿水を供給すると、この燃料ガス及び加湿水は、供給側貫通孔(34)によって形成されるガス供給路を流れつつ、各単位セル(2)の供給側貫通孔(34)から集合流路(36)へ流れ込み、更に複数本の分岐流路(38)に分配されて、各単位セル(2)に形成されている複数本の溝(32)へ流れ込み、各単位セル(2)にて電極反応及び加湿に供されることになる。未反応の燃料ガス及び水は、複数本の分岐流路(39)を経て集合流路(37)へ流れ込み、更に排出側貫通孔(35)によって形成されるガス排出路を経て、未反応ガス排出管(64)(64)から排出されることになる。

【0044】上記燃料電池モジュール(1)においては、複数の単位セル(2)の供給側貫通孔(34)によって形成される加湿水(冷却水)の流路の入口、即ち、燃料電池モジュール(1)の両端部に位置する単位セル(2a)(2a)が、燃料極(24)の撥水性において他の単位セル(2)よりも低く設定されている。具体的には、燃料極(24)を構成する電極基材(ガス拡散層)及び又は電極基材上の触媒層に添加すべきフッ素樹脂の量を、単位セル(2)の位置によって変化させることにより、燃料極(24)の撥水性を調整している。

#### 【0045】

【実施例】上記本発明の燃料電池モジュール(1)を実際に作製し、従来の燃料電池モジュールと比較した結果について説明する。

#### 【0046】実施例1

本実施例の燃料電池モジュールに用いられるセルユニットを次の様にして作製した。面積100cm<sup>2</sup>のカーボンペーパーに、市販のフッ素樹脂分散液(ポリテトラフルオロエチレン(PTFE)分散溶液)を含浸させ、熱処理を施すことによって、カーボンペーパー重量:100に対してフッ素樹脂重量:50の電極基材を作製する共



に、白金微粒子が担持された炭素粉末、パーフルオロカーボンスルホン酸のアルコール溶液、及び前記炭素粉末に対して25重量部のフッ素樹脂を含むスラリーを調製した後、白金担持量が約 $1\text{ mg/cm}^2$ となるように前記電極基材上に前記スラリーを塗布し、これを乾燥させることによって、酸化剤極(23)及び燃料極(24)を作製した。これらの酸化剤極(23)及び燃料極(24)を、パーフルオロカーボンスルホン酸系高分子膜からなる固体高分子電解質膜(22)の両面にホットプレス等の方法によって接合し、セルユニット(21)を作製した。

【0047】但し、モジュール端部に位置する単位セル(2a)に使用するセルユニット(21)については、燃料極(24)の作製においてカーボンペーパーに添加するフッ素樹脂の量を20重量部とした。これによって、該単位セル(2a)に用いられる燃料極(24)の拡散層におけるフッ素樹脂の添加量は、他の単位セル(2)に用いられる燃料極(24)の拡散層におけるフッ素樹脂添加量に対して、0.4の比率となる。

【0048】この様にして作製された単位セル(2)の積層数を30として、実施例1の燃料電池モジュールを組み立てた。

#### 【0049】比較例1

燃料電池モジュールの全ての単位セルが上記実施例1の中央部の単位セル(2)と同一の単位セルによって構成される燃料電池モジュールを組み立て、比較例1とした。

#### 【0050】性能比較

実施例1及び比較例1の燃料電池モジュールを対象として、各燃料電池モジュールの燃料ガス供給管(63)(63)に、 $300\text{ cc/min}$ の加湿水と水素を供給して、モジュール出力 $0.5\text{ kw}$ の定格運転を行なった。なお、供給すべき加湿水の量は、セル構成や出力電流などの条件を考慮して、適宜決定することが望ましい。

【0051】図10は、実施例1及び比較例1におけるモジュール電圧の経時変化を表わしている。図示の如く、実施例1においては、比較例1に比べて電圧の経時低下が小さくなっている。これは、比較例1では、両端部の単位セルの温度が低いために、水の蒸気圧が低くなって、燃料極のガス拡散層を透過して触媒層に達する水分量は少なくなり、発電に必要な水が不足して、該単位セルの反応性が低下するのに対し、実施例1では、モジュール端部の単位セルを構成する燃料極のガス拡散層の撥水性を抑えているので、触媒層に到達する水分の量が増大して、該単位セルの反応性の低下が抑制されるからである。

#### 【0052】実施例2

本実施例では、モジュール端部の単位セルに付与すべき撥水性の差について、その効果的範囲を検討した。実施

例1においては、モジュール端部のセルを構成する燃料極のガス拡散層に対するフッ素樹脂の添加量を、他のセルの同添加量に対して、0.4の比率としているが、本実施例では、モジュール端部のセルに関して、燃料極のガス拡散層に添加するフッ素樹脂量をそれぞれ、2重量部(比率0.04)、5重量部(比率0.1)、40重量部(比率0.8)、45重量部(比率0.9)とした4種類の燃料電池モジュール(実施例a～d)を作製した。

【0053】図11は、実施例1と同様の運転を行なったときのモジュール電圧の変化を表わしている。このグラフから明らかな様に、実施例b(比率0.1)、実施例c(比率0.8)、及び実施例1(比率0.4)においてモジュール電圧の経時低下が顕著に軽減されており、大きな効果が得られている。

【0054】但し、実施例d(比率0.9)においては、撥水性が過大となって、燃料極の触媒層に到達できる水分量が減少するために、反応性低下の抑制効果が比較的小さなものとなった。従って、モジュール端部のセルを構成する燃料極のガス拡散層へのフッ素樹脂添加量は、他のセルの同添加量に対し、0.8以下の比率に設定することが好ましいと言える。

【0055】又、実施例a(比率0.04)においては、添加したフッ素樹脂の絶対量が2重量部と少ないために、撥水性が過小となり、これによって、ガス拡散層の気孔に水詰まりが発生して、燃料極のガス拡散性が低下するため、反応性低下の抑制効果が比較的小さなものとなった。従って、モジュール端部のセルを構成する燃料極のガス拡散層へのフッ素樹脂添加量は、絶対量として、5重量部以上が好ましいと言える。

#### 【0056】実施例3

本実施例では、撥水性の調整を拡散層で行なうことに代えて、触媒層で行なった場合の効果について検討した。本実施例では、実施例1において作製したモジュール端部の単位セル(2a)を構成する燃料極の触媒層へのフッ素樹脂の量を、炭素粉末に対して1重量部、2重量部、10重量部、20重量部、23重量部としたこと以外は実施例1と同様にして、積層セル数が30の5種類の燃料電池モジュール(実施例e、f、g、h、i)を作製した。

【0057】尚、これらの燃料電池モジュールにおいて、モジュール端部の単位セル(2a)を構成する燃料極の触媒層へのフッ素樹脂添加量は、その他の単位セルの同添加量に対して、それぞれ0.04、0.08、0.4、0.8、0.92の比率となっている(表1参照)。

#### 【0058】

#### 【表1】

	単位セル2におけるアノード触媒層中のフッ素樹脂添加量(対炭素粉末比)	単位セル2aにおけるアノード触媒層中のフッ素樹脂添加量(対炭素粉末比)	比率
実施例 e	25	1	0.04
実施例 f	25	2	0.08
実施例 g	25	10	0.4
実施例 h	25	20	0.8
実施例 i	25	23	0.92

【0059】図12は、実施例1と同様の運転を行なったときのモジュール電圧の変化を表わしている。このグラフから明らかな様に、実施例f(比率0.08)、実施例g(比率0.4)、及び実施例h(比率0.8)においてモジュール電圧の経時低下が顕著に軽減されており、大きな効果が得られている。

【0060】但し、実施例i(比率0.92)においては、撥水性が過大となって、燃料極の触媒層に到達できる水分量が減少するために、反応性低下の抑制効果が比較的小さなものとなった。従って、モジュール端部のセルを構成する燃料極の触媒層へのフッ素樹脂添加量は、他のセルの同添加量に対し、0.8以下の比率に設定することが好ましいと言える。

【0061】又、実施例e(比率0.04)においては、添加したフッ素樹脂の絶対量が1重量部と少ないために、撥水性が過小となり、これによって触媒層に水が滞留して、ガスの流れを阻害するため、反応性低下の抑制効果が比較的小さなものとなった。従って、モジュール端部のセルを構成する燃料極の触媒層へのフッ素樹脂添加量は、絶対量として、2重量部以上が好ましいと言える。

【0062】本発明に係る固体高分子電解質型燃料電池は、電池性能に対して加湿状態の影響が大きい固体高分子電解質膜、例えばパーフルオロカーボンスルホン酸系、ポリスチレンジビニルベンゼンスルホン酸系、フェノールホルムアルデヒド系等の固体高分子電解質膜を用いた燃料電池において特に効果的であり、またモジュールの温度分布が大きくなりがちな内部加湿方式の燃料電池において効果的である。

【0063】尚、上記実施例3においては、触媒層の撥水性を制御するためにフッ素樹脂の添加量を調整しているが、これに限らず、触媒を担持している炭素粉末の性質によって撥水性を制御する方法が採用可能である。この場合、炭素粉末は、表面積、黒鉛化度など、その形状や表面状態によっても撥水性が異なるので、モジュール端部のセルとモジュール中央部のセルで、触媒層に用いる炭素粉末にそれぞれ異なる性質のものをを用いることにより、撥水性に差を持たせてもよい。

【0064】又、上記実施例1～3においては、フッ素樹脂として、PTFEを用いているが、これに限らず、テトラフルオロエチレンヘキサフルオロプロピレン共重合体(FEP)、テトラフルオロエチレンエチレン重合体(ETFE)、テトラフルオロエチレンヘキサフルオロアルキルビニルエーテル共重合体(PFA)等を用いて同様

に作製することも可能である。

【0065】又、撥水性を調整すべきモジュール端部の単位セル(2a)は1つに限らず、モジュール端部近傍の複数の単位セルについて撥水性を調整することも可能であって、セルの積層数やその他の条件に応じて、その数を設定することが好ましい。この場合、例えば図9に示す温度分布に応じて、複数の単位セルの撥水性に分布を持たせることも可能である。

【0066】又、本発明は、冷却プレート等により冷却水流路を形成して単位セルの冷却を行なう内部加湿方式若しくは外部加湿方式の燃料電池に実施することも可能であって、この場合、冷却プレート等の冷却水流路の入口に最も近い単位セル(2a)の撥水性を他の単位セル(2)よりも低く設定する。更に又、外部加湿方式の燃料電池においては、冷却媒体として、水以外に、油、有機系の液体等を用いることが出来る。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る固体高分子電解質型燃料電池モジュールを示す側面図である。

【図2】単位セルを分解した状態の正面図である。

【図3】セルユニット及び絶縁シートの分解斜視図である。

【図4】導電性プレートの酸化剤極との対向面を表わす斜視図である。

【図5】導電性プレートの燃料極との対向面を表わす斜視図である。

【図6】導電性プレートの酸化剤極との対向面を表わす正面図である。

【図7】導電性プレートの燃料極との対向面を表わす正面図である。

【図8】集電プレートの正面図である。

【図9】燃料電池モジュールを構成する複数のセルの温度分布を表わすグラフである。

【図10】実施例1及び比較例1におけるモジュール電圧の経時低下を表わすグラフである。

【図11】実施例1、a～d及び比較例1におけるモジュール電圧の経時低下を表わすグラフである。

【図12】実施例e～i及び比較例1におけるモジュール電圧の経時低下を表わすグラフである。

【図13】従来の固体高分子電解質型燃料電池モジュールの外観を示す斜視図である。

【図14】該固体高分子電解質型燃料電池モジュールを構成する単位セルの要部を表わす断面図である。

【図15】該単位セルの分解斜視図である。

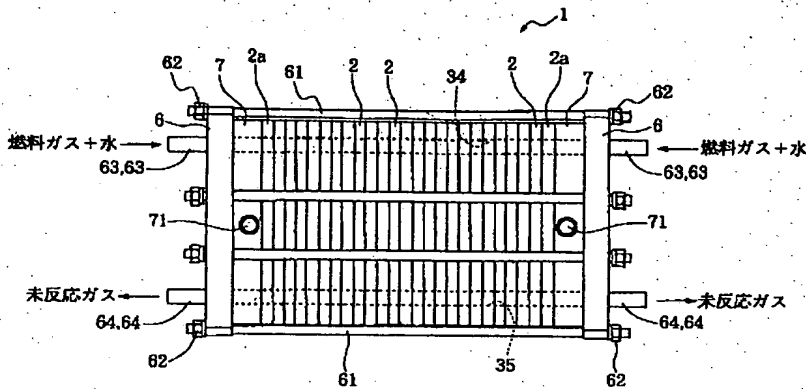
【図16】 固体高分子電解質型燃料電池の発電原理を説明する図である。

【符号の説明】

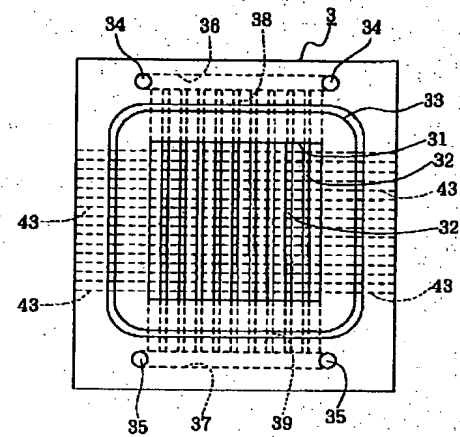
- (1) 燃料電池モジュール  
(2) 単位セル  
(21) セルユニット  
(22) 固体高分子電解質膜  
(23) 酸化剤極

- (24) 燃料極  
(25) 絶縁シート  
(3) 導電性プレート  
(34) 供給側貫通孔  
(35) 排出側貫通孔  
(63) 燃料ガス供給管  
(64) 未反応ガス排出管

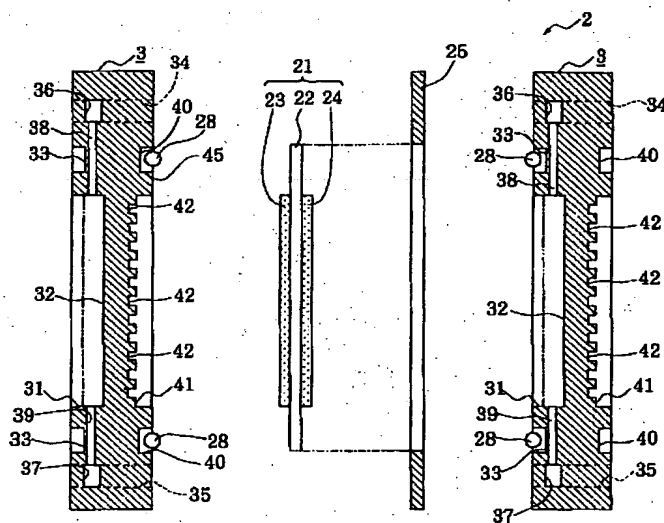
【図1】



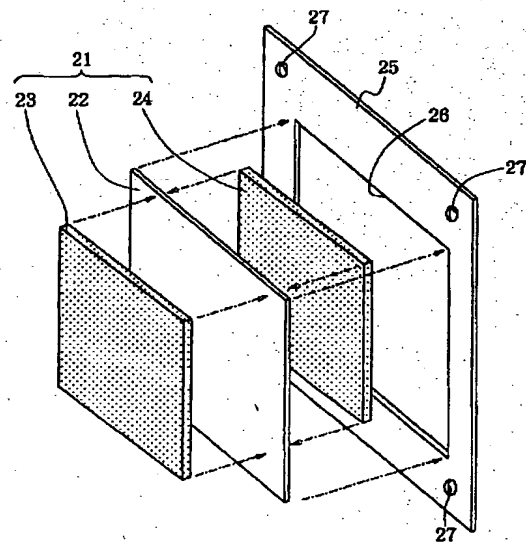
【図6】



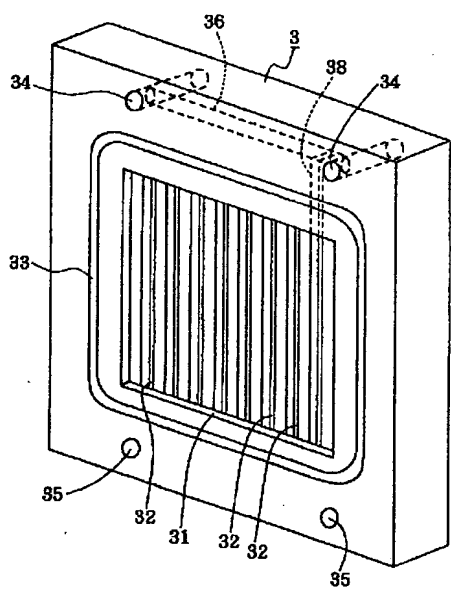
【図2】



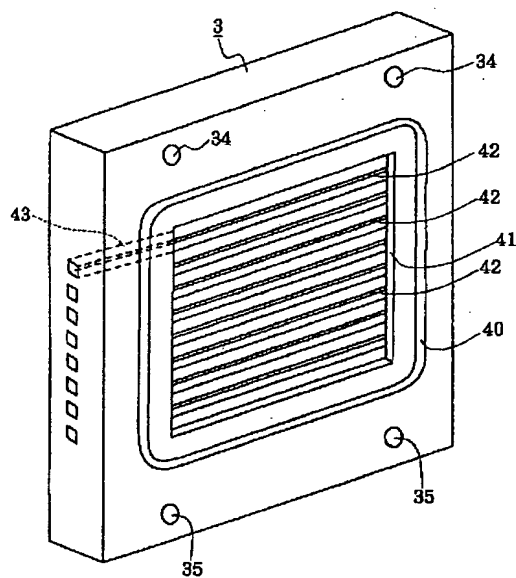
【図3】



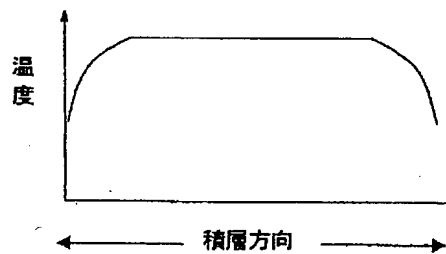
【図4】



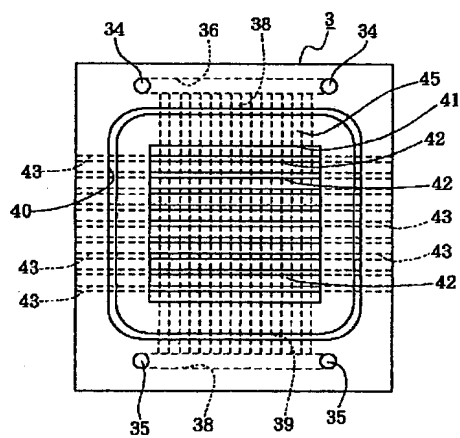
【図5】



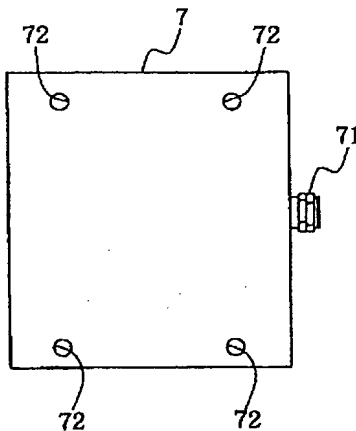
【図9】



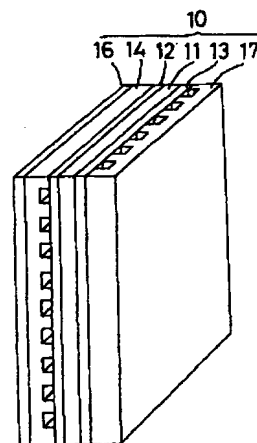
【図7】



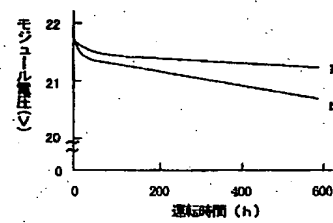
【図8】



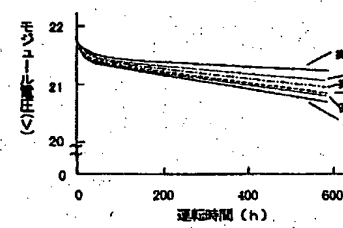
【図14】



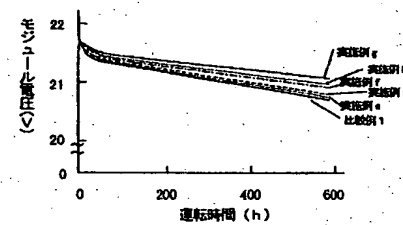
【図10】



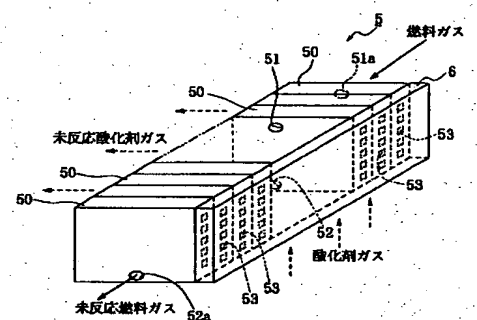
【図11】



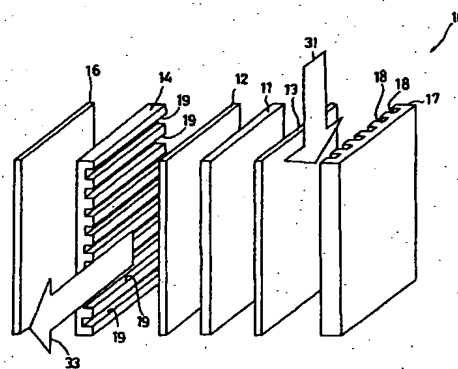
【図12】



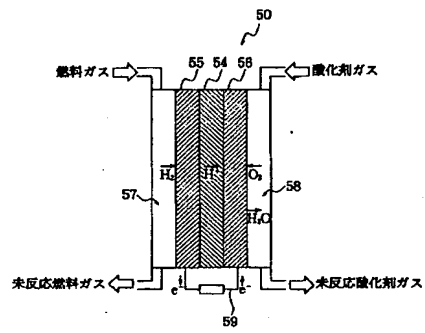
【図13】



【図15】



【図16】



フロントページの続き

(72) 発明者 三宅 泰夫  
大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三  
洋電機株式会社内

Fターム(参考) 5H018 AA06 AS02 EE18 HH05  
5H026 AA06 CC03 CC08 EE19 HH05  
5H027 AA06 CC06